III 4

Przewodnictwo elektryczn.

w gazach

Elektrony

Ona tworzy tylko pewne przestrzeni

Pomijamy dyfuzyę i absorpcyę i nierównomierność rozkładu

Tworzenie się przez RR lub β tylko

$$-\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \frac{\partial X}{\partial x} = 4\pi\rho = 4\pi e (n_p - n_n)$$

$$i = (v_p n_p + v_n n_n) X e \qquad \frac{\partial i}{\partial x} = 0$$

gdzie n_p = małe $\frac{q x e}{v_p n_p} = X$

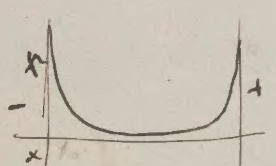
n_n $\frac{e - q x}{v_n n_n} = X$

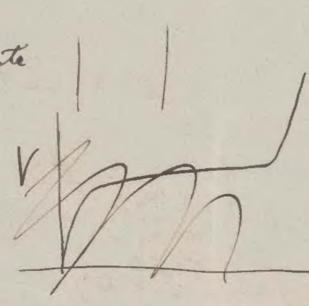
$$q = \alpha n_p n_n + \frac{\partial}{\partial x}(v_p X n_p)$$

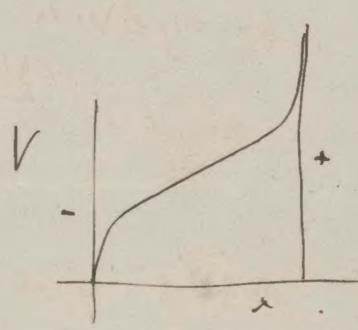
$$q = \alpha n_p n_n - \frac{\partial}{\partial x}(v_n X n_n)$$

$$\left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}\right)(q - \alpha n_1 n_2) = \frac{\partial}{\partial x}\left[X(n_1 - n_2)\right] = \frac{1}{4\pi e}\frac{\partial}{\partial x}\left(X \frac{\partial X}{\partial x}\right) = \frac{1}{8\pi e}\frac{\partial^2 (X)^2}{\partial x^2}$$

przy ściankach n_1 n_2 małe







Np. $n_2 \gg n_1$ lub $v_1 = 0$ w płomieniach

$$\left.\begin{aligned} i &= X v_2 n_2 e \\ q &= \alpha n_1 n_2 \\ \frac{\partial X}{\partial x} &= 4\pi e (n_1 - n_2) \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} n_1 &= \frac{q}{\alpha}\frac{v_2 X e}{i} \\ n_2 &= \frac{i}{e X v_2} \end{aligned}$$

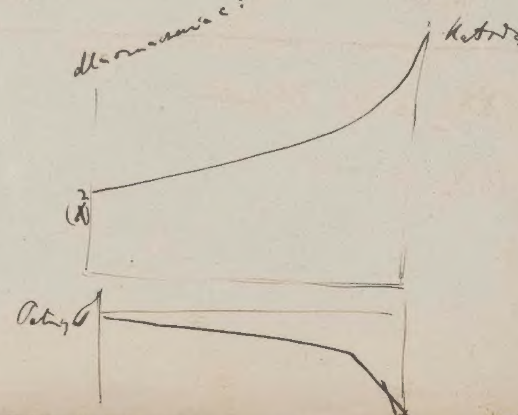
dla nasycenia: $i = k_2 n_2 X e = \int (q - \alpha n_1 n_2)\, e\, dx$ =

$$X \frac{dX}{dx} = 4\pi e \left(q \frac{e v_2 X^2}{\alpha i} - \frac{i}{e v_2} \right)$$

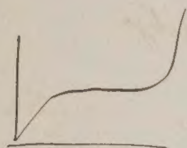
$$X^2 = \frac{\alpha i^2}{q e^2 v_2^2} + \underbrace{C e^{8\pi \frac{q e v_2}{\alpha i} x}}_{= c' e^{-\frac{8\pi q e v_2}{\alpha i}(l - x)}}$$

dla małych x

$$X = \frac{i}{e v_2}\sqrt{\frac{\alpha}{q}}$$



Rozbój. samod. mechanizm wył. przez wstęp.
Oraz wyjaśnienie pot. znowu wzrost przy zwiększaniu. [Townsend 1901]



UVL → Dopóki mały $\overline{X}$ przed wyładowaniem prawo proporcjonalności natężenia wyładowania $i = k X n \varepsilon$

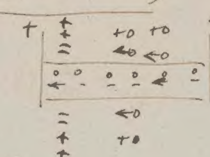
liczba zderzeń

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(nu) = -N = -2\alpha\, \overbrace{n\frac{u}{\lambda}} \qquad \alpha = f.(X\varepsilon\lambda)$$

$(2\, b_0 + i -)$

Jeśli tylko ujemne jony jonizują

$$\boxed{i = (k_1 n_1 + k_2 n_2) X \varepsilon}$$



$$\frac{\partial(nu)}{\partial x} = -2\frac{nu}{\lambda} f(X\lambda)$$

$$\lg nu = \frac{2}{\lambda}\int f(X\lambda)\, dx$$

$$nu = c\, e^{-\int \frac{f(X\lambda)}{\lambda} dx}$$

jeśli $X = \text{const}$

$$nu = n_0 u_0\, e^{-\beta x} \qquad \beta = \frac{f(X\lambda)}{\lambda}$$

$$n = n_0\, e^{\beta x}$$

dla $x = l$: $\varepsilon n_0 u_0 =$ stała elektr. wychodząca z katody $= i_0$ (pierwotnie) (przez naświetlanie)

$$\frac{n}{n_0} = e^{\beta(l - x)}$$

$i = 0$:

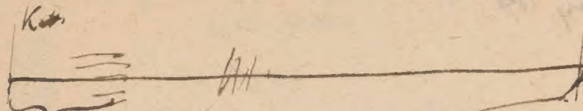
$$n = n_0\, e^{\beta l}$$

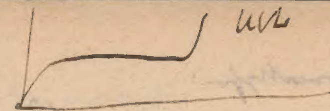
Stoletow

$(X\lambda)_- = 30$ Volt prawdopodobnie $\quad v = 3.3 \cdot 10^8 \frac{cm}{m}$

$(X\lambda)_+ = 440 \quad 7.7 \cdot 10^6$

Dokładne przygr. [illegible] w [illegible] f [illegible]



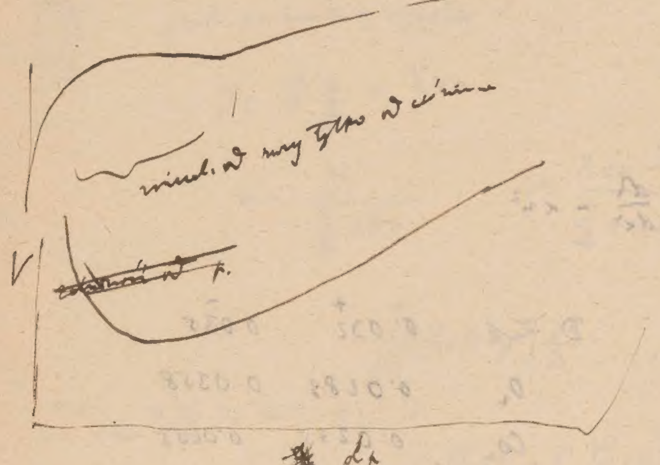


~~[illegible]~~

~~[illegible] przy samej katodzie~~

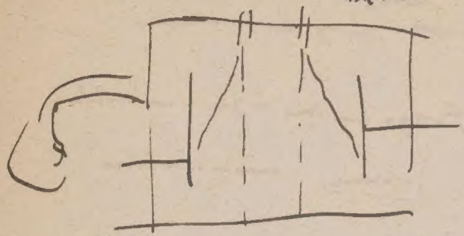
[illegible] przy samej katodzie

(clenie) [illegible]



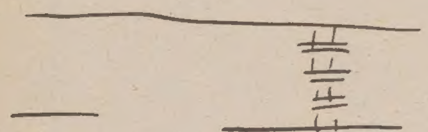
Prądy konwekcyjne:

tokiem CO_2 Zeleny 1898



Dyfuzja

$$\frac{dn}{dt} = q + D\frac{d^2n}{dx^2} - \alpha n^2$$

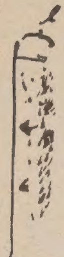


D Luft	0.032^{+}	0.035^{-}
O_2	0.0288	0.0358
CO_2	0.0245	0.0255
H_2	0.128	0.142

$CO - CO_2$	0.131
Luft - CO_2	0.134
H_2 CO_2	0.534
eter - Luft	0.077
eter - CO_2	0.055

Jonów absorpcja

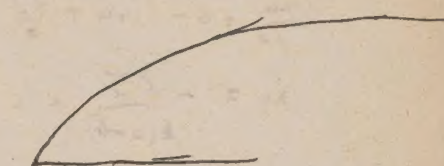
W razie jeśli produkcja jonów ograniczona do jednej powierzchni
UVL dyta-



$$i = Xvne$$

jeśli podłużnie wszystko J

$$J = D\frac{n}{\lambda} + Xvn$$



$$n = \frac{J}{\frac{D}{\lambda} + Xv} \qquad i = \frac{XveJ}{\frac{D}{\lambda} + Xv}$$

$$nu\Big|_{x=d} = \frac{i}{e} = n_0u_0\, e^{\int_0^d \left[f(Xe\lambda) - \mu\right]\frac{dx}{\lambda}}$$

$$= n_0u_0\, e^{\int_0^d \left[f\left(\frac{\partial V}{\partial x}e\lambda\right) - f'\left(\frac{\partial V}{\partial x}e\lambda\right)\right]\frac{dx}{\lambda}} \qquad \frac{x}{\lambda} = \xi$$

$$= n_0u_0\, e^{\int^{\xi = \frac{d}{\lambda}} \left[f\left(e\frac{\partial V}{\partial \xi}\right) - f'\left(e\frac{\partial V}{\partial \xi}\right)\right] d\xi} \qquad \frac{\partial V}{\partial \xi} = \varphi$$

$$\cancel{d\xi = \frac{dx}{\lambda}}$$

$$\frac{n_0u_0}{k\sqrt{V_0}} + n_0u_0\, e = n_0u_0\, e^{\int_0^V \left[\frac{f(e\varphi) - f'(e\varphi)}{\varphi}\right] dV} \qquad d\xi = \frac{dV}{\varphi}$$

$$\varphi = f_1\left(\frac{P}{m}\right) \qquad \frac{V_0}{d}\lambda = f(V_0)$$

$$V_0 = f\left(\frac{\lambda}{d}\right)$$

n = [illegible] u = [illegible] [illegible] (v poli X) (rekomb. [illegible])

$$\cancel{\frac{\partial n}{\partial t}} + \frac{\partial}{\partial x}(nu) = n\frac{u}{\lambda}\left[f(X e \lambda)\right] + \frac{n'v}{\lambda}\left[f'(X e \lambda)\right] = a n u + b n v$$

$$J = (nu + n'v)\,\varepsilon = \text{konst}$$

ionty

$$\frac{d(nu)}{dx} = (a-b)\,nu + \frac{bJ}{\varepsilon}$$

$$nu = -\frac{bJ}{\varepsilon(a-b)} + c\,e^{(a-b)x}$$

$x=0$ $$\frac{J_0}{\varepsilon} = -\frac{bJ}{\varepsilon(a-b)} + c$$

$x=d$ $$\frac{J}{\varepsilon} = -\frac{bJ}{\varepsilon(a-b)} + c\,e^{(a-b)d}$$

$$\frac{J}{\varepsilon} = \frac{J_0}{\varepsilon}\,\frac{(a-b)\,e^{(a-b)d}}{a - b\,e^{(a-b)d}}$$

v rozm. jiskry jmenovatel = 0: $J = \infty$ $\cancel{\frac{a}{b} = \lg}$

$$\frac{a}{e^{ad}} = \frac{b}{e^{bd}}$$

$$\lg a - ad = \lg b - bd$$

$$d = \frac{\lg a - \lg b}{a-b} = \frac{\lg f - \lg f'}{f - f'}\,\lambda$$

$$\frac{d}{\lambda} = \mathrm{fc.}(X\lambda) = f\left(\frac{V_0\,\lambda}{d}\right)$$

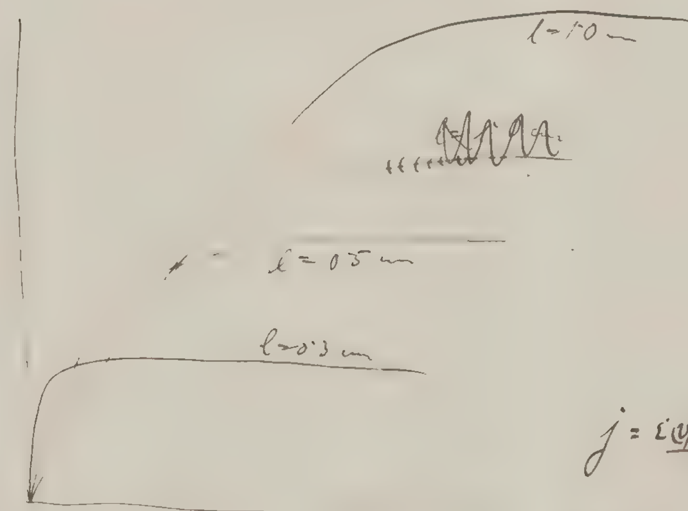
$$V_0 = f\left(\frac{\lambda}{d}\right) = f(p\lambda)$$ Paschen

$$\frac{dn}{dt} = q - \alpha n^2 - \frac{j}{l\varepsilon}$$

$$j = n\varepsilon(v_p + v_n)\frac{V}{l} \qquad \mu = \frac{j}{\varepsilon l}$$

$$= q - \alpha \frac{j^2}{\left(\varepsilon(v_p+v_n)\frac{V}{l}\right)^2} - \frac{j}{l\varepsilon}$$

$$j = q\, l\varepsilon \qquad j = \varepsilon v_1 \ldots \frac{V}{l}\sqrt{\frac{q}{\alpha}}$$



Sätti: mys strom meze q

$$j^2 + j\frac{\varepsilon(v_p+v_n)^2 V^2}{\alpha\,(v_p+v_n)\, l} = \frac{q\,\varepsilon\, v_{p+n}}{\alpha}$$

$$j = \frac{\varepsilon(v_p+v_n)V}{l}\left[-\frac{1}{2\alpha}\frac{(v_p+v_n)V}{} \pm \sqrt{\frac{q}{\alpha} + \ldots}\right]$$

V malé:

$$j = \frac{\varepsilon(v_p+v_n)V}{l}\sqrt{\frac{q}{\alpha}}$$

V duže

$$j = \frac{\varepsilon(v_p+v_n)^2 V^2}{2\alpha l}\left[-1 + \sqrt{1 + \frac{4q\alpha}{(v_p+v_n)^2 V^2}}\right]$$

$$= \frac{q l\varepsilon}{2} - \ldots$$

Kontaktpot.
Thermoelektr.

$$E = 0.0002\,\frac{T}{\omega}\,\lg\frac{p_1}{p_2}$$

$$\frac{mc^2}{2} = \alpha T$$

$$c^2 = 3RT$$

$$RT\,\lg\frac{p_1}{p_2} = E\cdot\varphi = \frac{\varepsilon}{m}$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{3Rm}{2}$$

$$E = \frac{m}{\varepsilon}RT\,\lg\frac{p_1}{p_2}$$

$$= \frac{2}{3}\,\frac{\alpha T}{\varepsilon}\,\lg\frac{p_1}{p_2}$$

$$\int \frac{N}{\alpha\sqrt{\pi\alpha}}\,e^{-\frac{\xi^2}{\alpha^2}}\,d\xi$$

$$\sqrt{\alpha\pi}$$

$$\int f\,\lg f\,d\omega = \int \frac{N}{(\alpha\sqrt{\pi})^3}\,e^{-\frac{\xi^2+\eta^2+\zeta^2}{\alpha^2}}\left[\lg\frac{N}{(\alpha\sqrt{\pi})^3} - \frac{\xi^2+\eta^2+\zeta^2}{\alpha^2}\right]d\xi\,d\eta\,d\zeta$$

$$\overline{c^2} = \frac{3}{2}\alpha^2 = 3RT$$

$$\alpha = \sqrt{2RT}$$

$$= N\lg\frac{N}{(\alpha\sqrt{\pi})^3} - \frac{\overline{c^2}N}{\alpha^2}$$

$$c_v\frac{dT}{T} + \frac{A\,dv}{v}$$

$$= N\left\{\lg N - \frac{3}{2}\lg 2RT - \frac{3}{2}\right\}$$

$$c_v\lg T + R\lg v$$

$$\frac{3}{2}R\lg T + R\lg v$$

$$= N\lg\left(NT^{-3/2}\right)$$

$$= \frac{3}{2}R\lg T$$

pro Volum

$$= n\lg\left(\rho T^{-3/2}\right)$$

$$\frac{2}{3}\,n\,\frac{\alpha T}{\varepsilon}\,dA$$

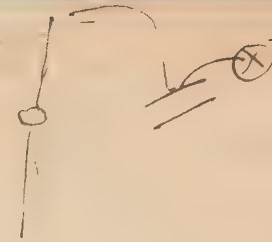
	T 1/2		
U		α	
U_x	22 d	$\beta\gamma$	
R	1300 y.	α	
Em	3·6 d.	α	gas −150°
R A	3 m	α	
B	27 m	β	
C	20 m	$\alpha\beta\gamma$	
D	12 y.	—	
E	6 d.	$\beta\gamma$	
F	143 d.	α	

Th		α
Th X	4 d	α
Em	53 s.	α
Th A	11 h.	β
Th B	55 m.	α ~~β~~
Th C		$\alpha\beta\gamma$
Act.		—
Act X	10·2 d.	α
Em	3·9 s.	α
Act A	36 m.	β
B	2·1 m.	α
C		$\alpha\gamma$

Czy wogóle gazy przewodzą? powyżej [illegible]

Coulomb że część przez gaz

Warburg: szybko



Odkrycie ponowne Elster & Geitel, 1900 CTR Wilson 1900

nasycenie

[illegible] (wilgoć w otworze)

fundamentalne [illegible]

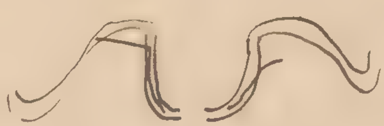
wpływ ściany, przy dużo [illegible]

zatem niemożliwa

1. teorya konwekcyjna Coulomb molek. → musiałaby być analog. przewod. cząstek: Warburg szybko.

2. elektrolit. JJ Thomson

Grove 1861 El. liza H_2O pary



JJ Thomson krótkie iskry [illegible] H_2 przy anodzie
$< 4mm$ O_2 katodzie

nie - . niezgodne

dłuższe $> 10mm$ H_2 kat. O_2 an. } ilości [illegible] Farad.

ale nie może to być ogólne bo równie dobrze przewodzą pary pierw., a nawet Hg, K, Na

wspólnego: jony, ale które się tworzą tylko w pewnych warunkach i [illegible] atomu

Faraday: wpływ przechod. iskry: [illegible] następuje

Hittorf 1879 jeżeli iskra przechodzi wyładowanie będzie może [illegible] do przewodzenia [illegible]

Największy jednak prawie katod.

Vacuum izol. dla małych napięć ale dla wielkich?

Lilienfeld 1910 : Vacuum może d. [illegible] . . . ([illegible] i pow. [illegible]

Prom. katod.

Plücker 1859 fosf. ścian., Hittorf 1869

Goldstein 1876 cienie : ruch falowy w eterze

Crookes 1879 [illegible]

luminesc. Ca Mg Mn Cd Ba Sr Zn ~~[illegible]~~ Wiedemann Schmidt

ogrz. [illegible] : kłódka

magn. ~~[illegible]~~ promień „spektrum" Birkeland ale przy pomocy [illegible] [illegible] nie [illegible]

Perrin 1895 ładunek el. 

Elektrost. odchyl.

Absorpcja Lenard e^{-kh} ρ $\frac{k}{\rho}$

	k	ρ	$\frac{k}{\rho}$
H_2 (3 mm h)	~~0~~·00149	$0 \cdot 0_6 368$	4040
pow. (760)	~~[illegible]~~ 3·42		~~[illegible]~~ 2780
Collodium	3310		3070
Szkło	7810		3160
Al	7150		2650
Au	55600		2880

$ne\,V = n\,\frac{mc^2}{2} = \mathcal{E} = J\,\frac{m}{e}\cdot\frac{v^2}{2}$

$ne = J$

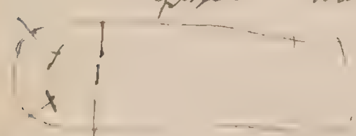
$m\frac{d^2 r}{dt^2} = e\,V = eHv$

$\frac{m}{R}v^2 = eHv$

$\frac{1}{R} = \frac{e}{m}\frac{H}{v} \;\Big\|\; \frac{e}{m}\frac{V}{v^2}$

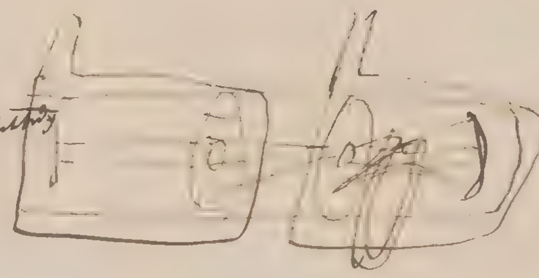
Kathodenfall

Strom Wiedur schut



$\frac{e}{m} = 1{\cdot}8 . 10^7$ niezależ od gazu i materiału katody

Des Coudres Wiechert v bezpośrednio



$22 - 50.000\ \frac{k}{m}$

$V = \frac{m}{e}\frac{c^2}{2}$

$= \frac{\left[5.10^9\right]^2}{2}\ \frac{1}{1{\cdot}8.10^7} = \frac{25}{3{\cdot}6}.10^{11}$

$= 7000$ Volt

wiele podłużnym jeżeli Kathodenfall mniejszy

jak przy pokryciu katody CaO
SrO
BaO
MgO etc.
jeśli rozżarzona

spada do kilku Voltów

$v = 0{\cdot}016 - 5{\cdot}11.10^{10}$

Wehnelt

Kolos natężenie

$2\,cm^2$ Pt CaO $J = 3$ Amp

110 Volt $p = 0{\cdot}01$ mm Hg

$p = 2\,n\,me$

$2\,\frac{m}{e}\,c$

$= 2.10^{-5}$ Amp. $\times 10^{-7}.\ 10^{10}$

$= 2.10^{-3}$ dyn

nie dostrzegalne

200-500 V

Kathodenfall normalny dopóki zależ od gazu i metalu

cała katoda nie pokryta

Glimmlicht

ale nie od ciśnienia i prądu

anormalny zależ od ciśnienia i prądu

ogrzane druty Richardson H.A. Wilson

Hertz 1887 Hallwachs 1888 Zn traci – ale nie + UV

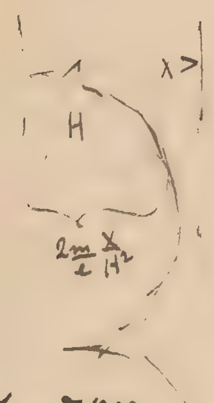
Elster i Geitel

	Na	K	Rb
blau	8	30	87
gelb	8	4	140
orange	3	2	182
rot	0·7	0·1	21

topie. Fotoelektryczna czynna [illegible] silnie [illegible] (choć nie obrotowa)

zmęczenie

pozostawione w gazach (komplikuje) niż w próżni [illegible]



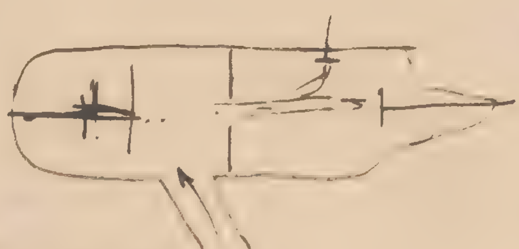
Thomson 1899

$$x = \frac{m}{e}\frac{X}{H^2}\left[1-\cos\left(\frac{e}{m}t\right)\right]$$

jeśli odstęp większy niż $2\frac{m}{e}\frac{X}{H^2}$ to [illegible] nie dochodzą płyty –

$\frac{e}{m} = 7{\cdot}3 \cdot 10^6$

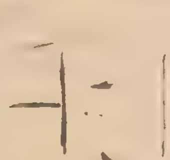
Lenard 1900



skrzywienie w polu mag. i elektr. $\mathfrak{T}$ V

$1{\cdot}5 \cdot 10^6$ [niezależ. v]

własna prędkość



$\frac{mv^2}{2} = eV$ V ca 8 Volt

Aufladepotential

Tak można wytworzyć promienie katodowe o dowolnej prędkości!

Ladenburg: prędkość Strona ~~v [illegible]~~ Lenard nie zależy wcale od natężenia światła, tylko od barwy

większa dla krótszych fal ale [illegible] mag.

Dodatnie promienie

I). Kanalstrahlen Goldstein 1886

okno

z otworów katody wolno umieszczonej, ale przykrytej katodowymi które można odgiąć nagnieść

złote w powietrzu

różowe w H_2

cienie; prostolin., fluoresc. podobnie jak katodowe

1). Goldstein przypuszczał że powstają na katodzie

2). Stark, Wehnelt, Villard z..... na granicy przestrzeni ciemnej (wyjście przed kat.)

↓

cienie przez ciało w ciemnej przestrzeni

Wien: odchylenie elektr. magn. (3000 V) A_2 $\frac{e}{m}$ ~~7485~~ (jony H_2) dyspersja spektr.
1902 9760

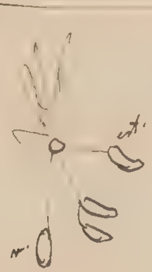
$v = 1{,}5 \cdot 10^8 \frac{cm}{sec}$

Thomson studiował
1907

Widmo: Goldstein widmo jasne przedłużeniem liniowe

Stark 1905 $\lambda_0 - \lambda_1 = \lambda_0 \frac{v}{c}$ H_2 N_2 Hg Na K
Dopplereffekt

$5-6 \cdot 10^7$



$\frac{e}{m} = 1{,}2 \cdot 10^4$

5000

1 Thomson 1910

H . 1
~~He~~ 2 He_{++}
C_{++} 0
O_2 } 16 atom. 32 mol.
(O_3) 48
Hg_{++} 100
Hg_+ 200
$(Hg_4)_+$ 800

CO_2 C 12
O 16
O_2 32
CO_2 44 ?

He ... 4

O 16 at. 32 mol.

CH 12 26

Decrease of Velocity

Vel. 1 — 0.64 V_0

al. foil 0 — 13 layers

0.00031 cm

Kart ay al. foil ~ 0.54 cm parallel

$R = 6.5$ cm

α rays $\frac{e}{m} = 6.5 \cdot 10^3$

	Range		Bragg
R	3	0.82 V_0	
im. RA	88 - 94	87 - 90	
RC	6.7	1.00 V_0	

α rays 10.000 $R = 39$ cm

Kathode 0.01 cm

elektrisch Potential

$\frac{1}{R} = \frac{e}{m} \frac{H}{v}$ $\frac{1}{R} = \frac{e}{m} \frac{V}{v^2}$ $v^2 = 2V \frac{e}{m}$ Parabol

	pos.	H_2	CO
ab. $\frac{1}{2}$ intens.	4.3 mm	16	3

Každa cząstka α prod. 100.000 ionów

prod. $\beta : \alpha =$ ~~ ~~ 0.0033 (Ra)

— dat Kettesfadine

Ra. Em.

= R A A C 15 min. RC

Iskry   Entladungspotential   zależność od rodzaju metalu

(Lane Mess[illegible] Winkelmann ~~III 1~~ p. 41)

Kule 1 cm

0·01 cm	~~3·38~~	410
0·1	~~15·9~~	4800
0·5	~~60~~	17000
1		25800
2		35000
2m		3000000

zależność od powierzchni kulij etc.
dla małych iskier łatwiej dużej powierzchni (zależność
stopnia [illegible]

Verzögerung (Warburg)

Chrystal, Baille, Macfarlane, Paalzow, Freyberg, [illegible]

ważne doświadczenia Paschena: zależność od [illegible]
(1889) [illegible]

Paschen $V = f(p\,\delta)$ [illegible]

[illegible] p	[illegible] δ	V	[illegible]	CO_2
750 mm	0·10	16·33	10·44	17·2
300	0·25	16·83	9·58	17·8
150	0·50	16·54	9·22	16·5
100	0·75	16·23	9·50	16·5

$V = a + b\,d$
przybliżenie
z [illegible]
[illegible]

całkowita [illegible]

Rudna żelaza. Titan α 140° 0·00036 Königsberger & Schilling.

Magnetyt Fe_3O_4 220°

15°	0·00791
124	0·00520
221	434
347	555
485	0·0112

PbS zupełnie $< -189°$

bardzo dobry przewodnik, ani śladu elektrolizy

O dielektrykach później będziemy mówić

Co do teoryi: elektrolityczne przewodzenie zupełnie zrozumiałe

co do metali nic — dopiero zgodzić się na określ wprowadzić nowy czynnik.

Gazy: przy zwykłem ciśnieniu Iskry, szczoteczki, łuk

ale do tego potrzeba pewnego napięcia

1. natężenie bardzo małe zbadane, zależne od wielkości kulek

różne + i −

2). Łuk elektryczny Davy 1821 kontakt (albo zbliżenie) potem rozsunięcie

dla węgla potrzeba 30–60 V.

$$\Delta E = \underbrace{A}_{40V} + D l J$$ Edlund

elektromotoryczna siła polaryzacji

z drugiej strony można to także napisać $JW = A + DlJ$

$$W = \underbrace{\frac{A}{J}}_{\text{ujemny El}} + Dl$$

dodatni węgiel

gorętszy 3500°? i prędzej

ujemny 2700°

wielki skok potencjału przy powierzchniach

~~[illegible]~~ zmniejszyć A przez impregnowanie solami i polepszenie światła (Bremer)

oblast teorii $\quad v_1 = \frac{X_e \lambda}{2mc}$ pro zatím, že ion = dvakrát:

	He	H_2	O_2	CO_2	SO_2	Cl_2
obl. v =	47·3	26	3·8	2·06	1·25	1·1
dvou	1·4	7·2	1·36	0·78	0·5	1·0
$\frac{\text{obl.}}{\text{ob.}}$ =	34	3·8	2·7	2·7	2·5	[illegible]

Kdyby než ion nes[illegible] z n protonů :

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\, n \pi \sigma^2} \qquad R = r \sqrt[3]{n}$$

$$\sigma' = \frac{\sigma_0}{2}\left(\sqrt[3]{n}+1\right)$$

$$\cancel{\lambda = \frac{4\lambda_0}{(1+\sqrt[3]{n})^2}}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{\pi\left[(r_1+r_2)^2 n_2 \sqrt{\frac{m_1+m_2}{m_2}} + 4 r_1^2 n_1 \sqrt{2}\right]}$$

$$r_2 = r_1 \sqrt[3]{n}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{\pi r_1^2 N \left(1+\sqrt[3]{n}\right)^2 \sqrt{1+n}} = \lambda_0 \frac{4\sqrt{2}}{\left(1+\sqrt[3]{n}\right)^2 \sqrt{1+n}}$$

$$w : w_0 = 1 : \sqrt{n}$$

$$v_1 = v_0 \frac{4\sqrt{n}\sqrt{2}}{n\sqrt{1+n}\left(1+\sqrt[3]{n}\right)^2}$$

$n = 2 \qquad \frac{4.2}{\sqrt{3}\,(2{\cdot}26)^2} \qquad$ 0·26

~~7548~~
2385
7082
8467
8564

Thomson $\quad \lambda = \frac{2\lambda_0}{n+1}$ — srážka protonů (elektronů)

$$v = v_0 \frac{2}{n+1}\frac{\sqrt{n}}{n} = \frac{2v_0}{(n+1)\sqrt{n}}$$

$n = 2 \qquad v = \frac{2}{3.14} \neq \frac{1}{2} v_0$

$n = 4 \qquad v = \frac{2}{5.2} \neq \frac{1}{5} v_0$

Kosi ukombinacye $\quad$ Harms Jahrb. d. R. 3 p. 330

Dotychczas $\quad \frac{dn}{dt} = -\alpha n^2$

I), jonizacja

II). pomiar czasu t

III). równe pole elektr. względnie wyrównanie

$$\frac{\alpha}{e} = \frac{i_M^2 - i^2}{i^2} \frac{(u+v)\cdot V^2}{l} \neq \frac{i_M}{i^2} \frac{(u+v)V}{l}$$

Thomson & Rutherford

---

według teorii Townsenda α niezależ. od ciśnienia

$\frac{\alpha}{e}$ =	powietrze Townsend	
	3420	
O_2	3380	więc prawie niezal. od natury gazu zgodnie z teorią Thomsona
CO_2	3500	
H_2	3020	

Prędkość jonów v_+ v_- $\left[\frac{1\,Volt}{1\,cm} \;\middle|\; \frac{cm}{sec} \right]$

760 mm

	v_-	v_+	v_-/v_+
H_2 =	7·18	5·67	1·26
wilg.	5·60	5·30	1·05
~~O_2 =~~	~~1·68~~	1·36	~~1·25~~
pow.	1·71	1·25	1·36
	1·51	1·37	1·10
CO_2	0·84	0·78	1·08
	0·75	0·82	0·91

Langevin: 3 zderzenia : 3 rodzaje jonów , dwa + , jeden −

Air

	U_- (300 Volt)	$p k_-$	U_+	$p k_+$
p = 75 mm	~~217~~ 6560	647	4430	437
200	2204	580	1634	430
410	994	530	782	427
760 cm	510	570	480	420
1420	270	505	225	425

$X\frac{e}{m}$ = przysp. $\frac{Xet}{2m}$ = przeciętna prędkość $t=\frac{\lambda}{\omega}$ jeśli prędkość mała w porówn. z ω

$$= \frac{Xe\lambda}{2m\omega}$$

więc jeśli ion się nie zmienia $v \sim \lambda = \frac{1}{p}$

zatem przy rozrzedz. wyjątkowo jony się rozdrabniają

Ruchliwość jonów

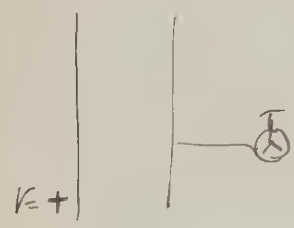
Langevin

prędkości w polu X: $v_p X$, $v_n X$

1). gaz ioniz.

2). promieniowanie wstrzym., potem lewą płytę $= +V$ podczas czasu t

3). potem lewą płytę $= -V$ wciąż



2). do elektrody wszystkie $(v_p X)t$ pozostanie $(l - v_p X t)$ +

do płyty $(v_n X)t$ $(l - v_n X t)$ −

I. 3). do elektrody $(v_p X t) - (l - v_n X)t = [(v_p + v_n) X t - l] = \rho$

Jeśli jednak t takie długie że wszystkie ujemne jony wyszły

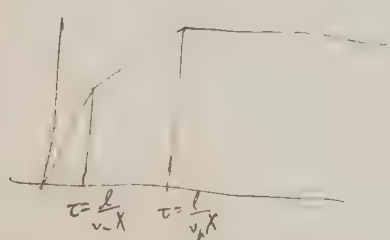
$$l - v_n X t = 0$$

$$\tau = \frac{l}{v_n X}$$

II). do $\rho = v_p X t$.

Jeśli także wszystkie + jony wyszły τ

III). $\rho = v_p X \tau$ $\qquad \tau = \frac{l}{v_p X}$



Absorpcja Lenard 1·2

Volt		
4	31·4	Lp
~~50~~	28	
100	19	
500	9	
1000	3	
4000	1·2	
30000	0·005	

Pohl i Pringsheim $\frac{1}{\lambda}\sqrt{V}$

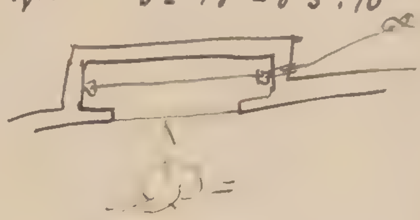
Normalny efekt ~ ~~#~~ $\frac{1}{\lambda}$ bez względu na polar.

Selektywny dla E‖ dla pewnych λ dla Na K

Tak samo Rö R. ~~jak~~ ale znacznie większy

Dorn wyzn. dośw. 1900 $v = 1{\cdot}8 - 8{\cdot}5 \cdot 10^9$

Curie i Sagnac



~~Dember~~

$v_m = 6 \cdot 10^9$

Innes

Dember 1910 zależność od natężenia Rö R

Ladenburg Phys. Z. Lenard

		Dember	
		Pt	Zn
λ	260 μμ	1·075	
	201	1·85	1·12

wzrost λ wzrasta v

Oprócz tego różne inne ciała, gorzej przewodzące, węgiel, tlenki metali, sole etc. etc.

Zasadnicza różnica 1), z transportem materyi (elektroliza), polaryzacya

2). lub bez

1). Sole ~~[illegible]~~ $NaCl$ etc $BaSO_4$ (Baryt) Königsberger & Schilling Ann. 32, 186

$CaCl_2$ (także SO_4 daje się wykazać) [illegible]

2). Fe_3O_4, FeS_2, Si, Ti, Zr, Fe_2O_3, PbS, Adular, Sb_2S_3 ?, Naphthalin, Anthracen

---

Zawsze jednak zmniejsza się prawie równomiernie w zależności od temp.: $\sigma = \sigma_0(1+\alpha\theta)$

Clausius 1858 opór $\sim \theta$ [wszystkie czyste metale $\alpha = 0{\cdot}0036 - 0{\cdot}0048$

Clay (Kamerlingh Onnes) 1908 $-259°$ α się zmniejsza tak jak gdyby dążyło do minimum oporu

---

Alliage jeśli mieszaniny kryształów to opór = w środku prawie stały.

jeśli roztwory, znacznie ~~większy~~ opór bezpośrednio wyższy, a współczynnik temp. mniejszy

1

Dziwne koleje rozwoju nauki

To co najdawniej znane z elektryczności: rozbryzgiwanie w gazach, iskry
a wyładowania są najmniej zrozumiałe

W Volty i Ohma przewodzenie w metalach. Wydawało się najprostsze, normalny typ
~~[illegible]~~ Opór tego przewodzenia w elektrolitach [illegible]

W tym obszarze stosowane dokładne badania.

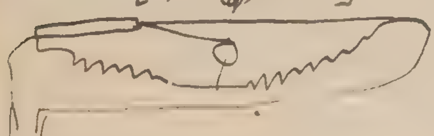
$\neq 2572^\circ : 1.10^{8}$

Metale: prawo Ohma, brak transportu materyi Ag $1{\cdot}0.10^{-6}$ Cu $1{\cdot}2.10^{-4}$, [illegible] $2{\cdot}8.10^{-3}$

Elektrolity: " transport ~~[illegible]~~ zmian chemicznych

Ścisłość prawa Ohma?
Maxwell i Chrystal 1876

$$R = a(1+\alpha i^2+\beta i^4+\dots)$$
$$= a\left[1+\alpha\left(\frac{J}{q}\right)^2+\dots\right]$$



1). Czy opór ~~[illegible]~~ stały
[illegible]
dwa druty (z tego samego materyału) jeden cienki dłuższy
drugi grubszy krótszy, o tym samym oporze przy
słabym prądzie
Czy także sam opór przy silnym prądzie?

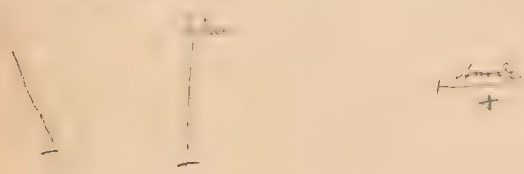
Różnica $< 10^{-12}$ pierwotnej wartości dla słabych i silnych prądów
trudności opanowane, doraźnie ominięte

2). Czy opór stały dla prądów zmiennych?

Tak, stwierdzono ale dopiero przy prądach przemiennych o szybkości zmian jak dla drgań
świetlnych (Rubens & Hagen)

Elektrolity Trudności: polaryzacya, zmiany koncentracyi, ogrzanie
zwracano uwagę tylko przy prądach przemiennych dokładnych zbadano
Fitzgerald i Trouton 1887

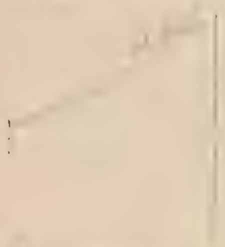
$e = iw(1-ci^2)$ $c<3.10^{-6}$ jak jakie elektrolity?



Variation of [illegible] (a minimum) [illegible]

[illegible] of [illegible] but there is no [illegible] necessary [illegible]

It [illegible] different [illegible] but not [illegible]; [illegible] these [illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] [illegible] [illegible]

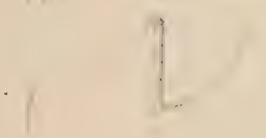
[illegible]

[illegible] appears [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] where [illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] only ; [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1012

295

435

532

761

834

[illegible]

$$\cancel{r^2 = [x + (t_0 - t)u]^2 + y^2 + z^2}$$

$$\cancel{t = t_0 - \frac{r_0}{c}}$$

$$\cancel{r^2} = \underbrace{x^2+y^2+z^2}_{r_0^2} + \frac{r_0^2 u^2}{c^2} + 2x\frac{u\, r_0}{c}$$

Crookes doświadczenie!

jeśli się przytrzymuje wpierw przedtem a potem puści to prędzej obraca się

<u>fałszywe tłumaczenie</u>

$\frac{e}{m} = 10^7$ $\quad i = 0.001$

$m = 10^{-10}$

$v = 10^{10}$

$mv = 1 \frac{Dyn}{cm^2}$

1). Katodowe

2). β

Katodowe ... ...

Kathodenfall Pt – H_2 298 V.

N_2	232
H_2O	469
NH_3	482
O_2	369

3). Fotoelektr.
Hertz 1887 Hallwachs Lenard 1900
Thomson

4). Wtórne prędkość ...

5). Rozżarzone metale Richardson

J J Thomson $\frac{e}{m} \neq 10^7$

6). Rozgrzane ~~...~~ tlenki Wehnelt

CaO SrO BaO

Kathodenfall spada aż do 5 Voltów

$\frac{e}{m} = 1.4 \cdot 10^7$

różnice:

$1.6 \cdot 10^8 < v < 10.7 \cdot 10^8$

Absorpcja:

Lenard $c \ldots \frac{c}{100}$ $\quad \alpha \ldots 10^6$

			$\frac{\alpha}{\rho}$
H_2 $p = 3.3$ mm	0.00149	$\rho = 0.000000368$	4040
760	0.476	0.000085	5610
pow. 760	3.42	0.00123	2780
papier 2690	1.30		2070
szkło	7810	2.47	3160
Al	7150	2.70	2650
Ag	32200	10.50	3070
Au	55.600	19.30	2880

$\mathfrak{H} = \frac{1}{c} V \sin\vartheta$

$= \frac{e u \sin\theta}{c\, r^2}$

Biot Savart $\vartheta = \frac{e}{r^2}$

$H = \frac{ne \sin\vartheta}{r^2}\, ds \ldots\ ds = \frac{u}{n} \quad = \frac{ue\sin\vartheta}{r^2}$

$$\int_0^\pi \sin^3\theta\, d\theta$$

$$= \int \sin\theta\, d\theta - \int \cos^2\theta \sin\theta\, d\theta$$

$$= -\cos\theta + \frac{\cos^3\theta}{3}\Big|_0^\pi$$

$$= \frac{4}{3}$$

$$\frac{1}{8\pi}\iiint H^2 dv = \frac{e^2u^2}{8\pi}\int_a \frac{\sin^2\theta}{r^4}\, r^2\, 2\pi \sin\theta\, d\theta\, dr$$

$$= \frac{e^2u^2}{4} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{r}\Big|_a^\infty$$

$$= \frac{e^2u^2}{3a} = \frac{mu^2}{2}$$

$$m = \frac{2e^2}{3a}$$

$$a = \frac{2}{3}\,\frac{e}{m}\cdot e =$$

$e = 3.4 \cdot 10^{-10} \cdot \ldots\ 10^{-20}$

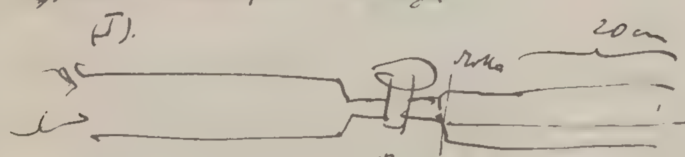
$\frac{e}{m} = 2 \cdot 10^7$ (em) =

$a = \frac{4}{3} \cdot 10^7 \cdot 10^{-20} = 1.3 \cdot 10^{-13}$ cm

---

α negative Rutherford ...

(I).



(II) Szintillationen

$N = 3.4 \cdot 10^{10}$ ...

Rad

$$E = 9.3 \cdot 10^{-10}$$

$$e = 4.65 \cdot 10^{-10}$$

Thomson 3.4

Wilson 3.1

Millikan 4.90

Planck 4.69

Rutherford p. 50

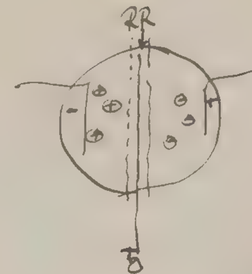
C.T.R. Wilson $1{\cdot}25 < \frac{v_2}{v_1} < 1{\cdot}38$

$$u = \frac{2}{9}\frac{\rho g a^2}{\mu}$$

Thomson $\frac{v_2}{v_1} = 1{\cdot}31$ różnica w ± rośnie?

C.T.R. Wilson 1899:

$$e\frac{V}{} = \frac{4\pi}{3}\rho g a^3$$



a więc $\frac{v_2}{v_1} = 1{\cdot}31$ tylko dla —

$$a = \sqrt{\frac{9}{2}\frac{\mu}{\rho g}u}$$

$$e = \frac{\frac{4\pi}{3}\rho g}{V}\left(\quad\right)^3$$

jeśli dość duża expansja to równe ilości kropelek i równe szybkości spadku

e J.J. Thomson $= 3{\cdot}4 . 10^{-10}$ (est.)

H.A. Wilson $= 3{\cdot}1 . 10^{-10}$

równe e w O_2, H_2

wielkie różnice w $\frac{m}{e}$ pochodzą od m

$$H = \frac{\overbrace{e u}^{i\,ds} \sin\theta}{r^2}$$

Rowland:

$4\pi\sigma = \frac{\partial V}{\partial n} = 12.300\,V. = 30000\,V./1\,cm$

$\sigma = 1$ (est.) $= \frac{1}{3.10^{10}}$ (em.)

$\overset{e}{o}\!\rightarrow$

$\varphi = \frac{314}{3.10^{10}}$

$$T = \frac{1}{8\pi}\int_{r=a}^{\infty} H^2 dv$$

$$= \frac{e^2u^2}{3a}$$

$i = n\varphi = \frac{100.\ 100}{10^{10}} = 10^{-6}$ em.

$= 10^{-5}$ Amp.

$H = \frac{2\pi i}{a} \neq 10^{-5}$

$\operatorname{tg}\varphi = \frac{10^{-5}}{0{\cdot}2} = \frac{1}{2}.10^{-4}$

$\delta = 1\,m\ \operatorname{tg}\varphi$

$= \frac{10^{-1}}{2} = \frac{1}{20}$ mm

$$A = \sin\delta + \dots = \frac{(1-\cos m\delta)\sin\delta + (1-\cos\delta)\sin m\delta}{1-\cos\delta} = \sin m\delta + \sin\delta\,\frac{1-\cos m\delta}{1-\cos\delta}$$ 11

$$B = 1+\cos\delta + \dots = \frac{(1-\cos\delta)(1-\cos m\delta) - \sin\delta\sin m\delta}{1-\cos\delta} = (1-\cos m\delta) - \sin\delta\,\frac{\sin m\delta}{1-\cos\delta}$$

$$A^2+B^2 = \sin^2 m\delta + \cos^2 m\delta - 2\cos m\delta + 1 + \frac{\sin^2\delta}{(1-\cos\delta)^2}(1-2\cos m\delta+1) +$$

$$+ 2\frac{\sin\delta}{1-\cos\delta}\left[\cancel{\sin m\delta(1-\cos m\delta) - \sin\delta(\quad)}\right]$$

$$= 2\left\{(1-\cos m\delta) + \frac{\sin^2\delta(1-\cos m\delta)}{(1-\cos\delta)^2}\right\} = 4\frac{(1-\cos m\delta)}{(1-\cos\delta)}\ \cancel{1-2\cos\delta}$$

$$= 4\,\frac{\sin^2\frac{m\delta}{2}}{\sin^2\frac{\delta}{2}}$$

$$J = J_{1\cdot\frac{\delta a}{2}}\,\frac{\sin^2\left(\pi\,\delta\,\frac{\sin\beta}{2\lambda}\right)}{\pi\,\delta\,\frac{\sin\beta}{2\lambda}}\;\frac{\sin^2\left(m\pi b\frac{\sin\beta}{2\lambda}\right)}{\sin^2\left(\pi b\frac{\sin\beta}{2\lambda}\right)}$$

Maxi. rzędu k:

$b\mu = k\pi \qquad \| \mu = \pi\frac{\sin\beta}{2\lambda}$

następ. min. $m b(\mu + d\mu) = mk\pi + \pi$

$$d\mu = \frac{\pi}{mb} = \pi\frac{\cos\beta\, d\beta}{2\lambda}$$

$$d\beta = \frac{2\lambda}{mb\cos\beta} = \text{szerokość prążka}$$

$$\cancel{\frac{\sin^2 m b\mu}{\sin^2 b\mu}}$$

$$b\frac{\pi\beta}{2\lambda} = k\pi$$

$$b\beta = 2k\lambda$$

dla $\lambda + d\lambda$:

$$d\beta = \cancel{\frac{2k\,d\lambda}{b}} = \frac{2k}{b}\,d\lambda$$

$$\frac{2k\,d\lambda}{b} > \frac{2\lambda}{mb}$$

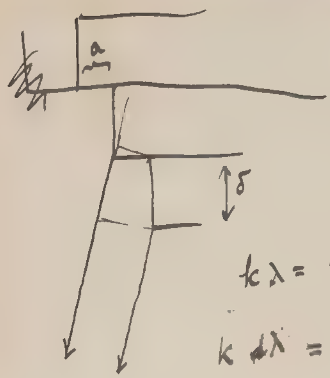
$$\frac{d\lambda}{\lambda} > \frac{1}{mk}$$

Na D: $\frac{d\lambda}{\lambda} = 0{,}001$

$m_{k=II} = 500$

(musi 500 razy …)

Promienie równoległe



$$k\lambda = n\delta + a\sin\beta - \delta\cos\beta \quad \doteq \quad \delta(n-1)$$

$$k\,d\lambda = \delta\,dn + (a\cos\beta + \delta\sin\beta)\,d\beta$$

$$\doteq \delta\,dn + a\,d\beta$$

$$d\beta = \frac{k\,d\lambda - \delta\,dn}{a} = \frac{\delta}{a}\left[\frac{(n-1)}{\lambda}d\lambda - dn\right]$$

zdolność rozszczepienia bardzo wielka

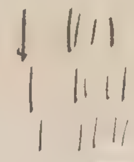
N.p. $\delta = 18$ mm, $a = 1$ mm, $k = 20$

$\frac{1}{500}$

$$(k+1)\lambda = n\delta + a\sin(\beta+d\beta) - \delta\cos(\beta+d\beta)$$

$$\lambda = (a\cos\beta + \delta\sin\beta)\,d\beta \doteq a\,d\beta$$

$$d\beta = \frac{\lambda}{a}$$



$U(x, y, z, r)$

$$\frac{dU}{dx} = \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial r}\cos(rx)$$

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial U}{\partial x}\right) = \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial U}{\partial x}\cos(rx) + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U}{\partial r\,\partial x}\cos rx$$

$$\frac{d}{dy}$$

$$\frac{d}{dz}$$

$$\frac{d}{dx}(\;) + \frac{d}{dy} + \cdots = \frac{1}{r}\nabla^2 U - \frac{1}{r^2}\underbrace{\left[\frac{\partial U}{\partial x}\cos rx + \cdots\right]}_{= \frac{dU}{dr} - \frac{\partial U}{\partial r}} + \frac{1}{r}\underbrace{\left[\frac{\partial^2 U}{\partial r\,\partial x}\cos rx + \cdots\right]}_{= \frac{d}{dr}\left(\frac{\partial U}{\partial r}\right) - \frac{\partial^2 U}{\partial r^2}}$$

$$\frac{d}{dr} = \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial x}\cos rx + \frac{\partial}{\partial y}\cos ry + \frac{\partial}{\partial z}\cos rz$$

$$= \frac{1}{r}\nabla^2 U - \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \underbrace{\left[\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\frac{\partial U}{\partial r} - \frac{1}{r^2}\left(\frac{dU}{dr} - \frac{\partial U}{\partial r}\right)\right]}_{\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r\frac{\partial U}{\partial r} - U\right)}.$$

$$\cancel{\frac{1}{r^2}\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr}\frac{\partial U}{\partial r} - \frac{1}{r^2}\frac{dU}{dr}}$$

$$-\int \frac{1}{r}\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right) dS = \iiint \frac{\nabla^2 U - \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U}{\partial r^2}}{r}\,d\tau + \iiint \frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r\frac{\partial U}{\partial r} - U\right) d\tau$$

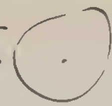
$U = 0$

$$\int \frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r\frac{\partial U}{\partial r} - U\right) d\tau = \int d\varphi \int^r dr\,\frac{d}{dr}\left(r\frac{\partial U}{\partial r} - U\right) =$$

$$\int d\varphi\left[\left(r\frac{\partial U}{\partial r} - U\right)_{r=r} - \underbrace{\left(\quad\right)_{r=0}}_{4\pi U_0}\right]$$

$$d\varphi = \frac{dS\cos(n\,r)}{r^2}$$

$$-\int\left[\frac{1}{r}\frac{\partial U}{\partial n} - \cos(n\,r)\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{U}{r}\right)\right] dS = \int \frac{1}{r}\left(\nabla^2 U - \frac{\partial^2 U}{\partial r^2}\right) d\tau + 4\pi U_0.$$

[illegible] 

$$-\int\left[\frac{1}{r}\frac{\partial U}{\partial n} - \cos(nr)\,\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\partial U}{\partial r}\right)\right] dS' = \int \frac{1}{r}\left(\nabla^2 U - \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}\right) d\tau$$

$$U = s\left(t - \frac{r}{v}\right)$$

$r=0 \quad U_0 = s_0$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = v^2\,\nabla^2 U$$

$$= v^2\frac{\partial^2 U}{\partial r^2}$$

$$4\pi s_0 = \int\left\{\frac{\partial\left[\frac{s\left(t-\frac{r}{v}\right)}{r}\right]}{\partial r}\cos nr - \frac{1}{r}\,\frac{\partial\left[s\left(t-\frac{r}{v}\right)\right]}{\partial n}\right\} dS'$$

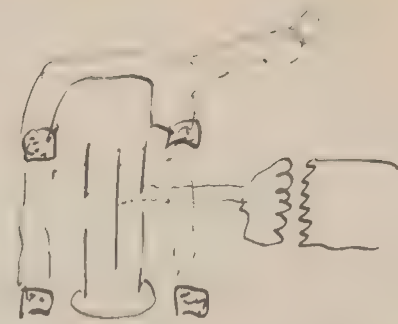
[illegible] Huyghens $\int s\left(t - \frac{r}{v}\right) \cos n \, dS$

Rowland 1876, 1889

Crémieu 1900

Pender 1901

Crémieu & Pender 1903 Vasilesco Karpen



Lenard: zewnątrz w powietrzu tylko kilka cm, w rozrzedzonym H_2 do 1 m

obrob. zdolna tylko od masy

rodzaj gazu przewodzen, ozonizację, kondensację pary

VI. Czyst. ~~Elektr~~ Elektr. zdoln. przenik. $J = Ne$

Ciepło $\varphi = N\frac{mv^2}{2}$

(Thomson)

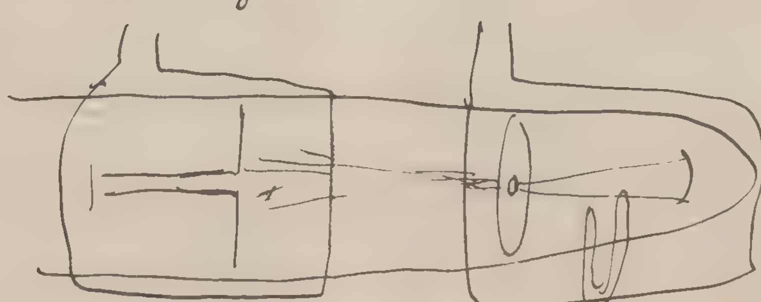
$$\frac{\varphi}{J} = \frac{1}{2}\frac{mv^2}{e}$$

$$R = \frac{m}{e}\frac{v}{H}$$

$$\frac{\varphi}{JR} = \frac{v}{2H}$$ itd.

Deslandres Wiechert $\frac{r}{8}$

ziemia 29'5 km



Stała Faradaya $= 96513$ Kulomb = ilość wyw. 1 równoważnik gramowy jonu ($= 1{\cdot}01$ gr H_2, 8 gr O_2)

1 Amper na minutę $6{\cdot}96$ nom cm^3 H_2

w wyst. bardz. en $\left(\frac{e}{m}\right)_H = 9651{\cdot}3 : 1{\cdot}01 = 9556$

$n = \frac{8\ 10^{19}}{0{\cdot}000089}$

$e = \frac{96513 \cdot 8\ 10^{-5}}{8 \cdot 10^{19}} = 10^{-19}$ Coul. $= 10^{-20}$ (e m)

$\frac{7 \cdot 0{\cdot}0013}{\frac{16 \cdot 60}{1000}} = 8 \cdot 10^{-5}$ $= m_{cm}$ 1 Amp

$\rho = 0{\cdot}000089873$

$e = 4{\cdot}69 \cdot 10^{-10}$ (e st)

magn. Ablenkung

$\frac{dx}{dt} = v$ $\quad t = \frac{x}{v}$

(I)

J J Thomson

$m\frac{d^2y}{dt^2} = eHv = m\frac{d^2y}{dx^2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = m\frac{d^2y}{dx^2}v^2$

$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{e}{m}\frac{H}{v}$

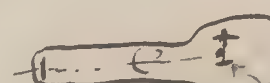
$R = \frac{\left(1+\frac{dy}{dx}\right)^{3/2}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \neq \frac{m}{e}\frac{v}{H}$

elektr. Abl.

$\frac{dx}{dt} = v$

$m\frac{d^2y}{dt^2} = eE = m\frac{d^2y}{dx^2}v^2$

III).



świeci się

zwieszy gdy dodatnio

$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{e}{m}\frac{E}{v^2}$

$y = \frac{e}{2m}\frac{E}{v^2}x^2$

$2 \cdot 1{\cdot}86 \cdot 10^7 \cdot 10^8$

~~$3{\cdot}10^{10}$~~

$\frac{}{6 \cdot 10^7}$ Volt

z drugiej strony Kaufmann:

$\frac{mv^2}{2} = eV_0$ = Entladungs potential

$v = \sqrt{2\frac{e}{m}V_0}$

(II).

przesunięcie obrazu na ekranie fluoresc.

$y \sim \frac{1}{\sqrt{V_0}}$

y niezależne od jonu!

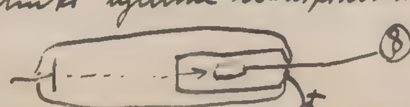
$y = \frac{x^2}{2}\frac{e}{m}\frac{H}{v} = \frac{x^2 H}{2}\sqrt{\frac{e}{2V_0 m}}$

A. z. że $\frac{e}{m}$ to samo dla wszystkich gazów

przy większym rozrzedzeniu tem większe V_0 (wiele ~~tysięcy~~ Volt) i tem mniejsze R

Perrin Pedrunki wprowadza transportorem

IV).



$\frac{e}{m} = 1{\cdot}865 \cdot 10^7$

Becquerel 1896 Ur

Th: Curie, Schmidt

Radium, 1898 Curie ← Demarçay . . . Pechblende Tonne: 0.2–3 gr Radium
Polonium
spekt. ...
Marckwald Debierne
Ba ...
225 at ...
Radioakt ...

α Str. ... solides ...

β kath.

γ Röntg.

β: $H\rho = \frac{mv}{e}$ magn. Ablenk.

$k\frac{\omega^2}{2}y = \frac{mv^2}{e}$ elektr. Abl., $y = \ldots$, $\omega = V$, $k = \ldots$

Kaufmann Ur, Ra:

$\frac{e}{m}$	v	
$1.805 \cdot 10^7$	$0.7 \cdot 10^{10}$	kath.
1.31	2.36	R.
0.97	2.59	
0.63	2.83	

10^8 Coulomb

...

Elektrolyse $\frac{e}{m} = 9650$

also $m = \frac{1}{2000}$ H-atom

α: ... $< \frac{1}{100}$ ... ; ... | 10 ... 10 cm

< 6 ... R. ... (Townsend)

Rutherford]

Des Coudres ? Vacuum ablenken

$v = 1.65 \cdot 10^9$ $\frac{e}{m} = 5.00$ ... = H atom!

Spinthariskop Zn SO_2 phosph. $\frac{1}{2}$ mm ...

Wärmeentwicklg Curie: 80 cal pro 1gr. | 73 cm³ H_2 ... H_2

Heydweiller Adolf 1902 : zatopione w rurce szklanej

5 g (zmniejszenie działania 0·02

Becquerel [illegible] [illegible]

Dorn Ernst 3/12 1902 29·9 mg [illegible]

---

z tych samych [illegible] w [illegible] [illegible] identyczne, później równe do [illegible] (Makower)

W. Wien elektryzacja dodatnia

glinu Al

zresztą nie wszystko ± w równej ilości wychodzi

Induzierte Radioaktivität Phys. Ztschr. 2 p. 500, 513

$$\int E^2 dv = \int X^2 dv + \int R^2 dv$$

$x = x_0\sqrt{s}$

$\frac{\partial\varphi}{\partial x} = \frac{\partial\varphi_0}{\partial x_0}\frac{1}{\sqrt{s}}$

$$= \sqrt{s}\int X^2 dv_0 = \frac{1}{\sqrt{s}}\int X_0^2 dv_0 + \sqrt{s}\int \underbrace{R_0^2 dv_0}$$

$$= \frac{2}{\cancel{s}}\int X_0^2 dv_0$$

$\frac{1}{2}\cancel{\frac{e^2}{2^2}}\int \cancel{4\pi} r^2 dr \cdot \frac{e^2}{r^4}$

$\frac{e^2}{2a}$

$$= \frac{1}{\sqrt{s}}\left(\frac{1+2s}{3}\right)\int \underbrace{E_0^2 dv_0}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{s}}\left(1+\frac{2}{3}\frac{u^2}{v^2}\right)\frac{e^2}{2a}$$

$$H^2 = E^2\left(\frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi\right)$$

$\sin^2\psi : \sin^2\varphi = \sqrt{x^2+y^2} : \sqrt{sx^2+y^2}$

$\sin^2\psi = \sin^2\varphi \cdot \frac{1}{\sin^2\varphi + s\sin^2\varphi}$

$= \frac{\sin^2\varphi}{1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi}$

$$D_r = \frac{A\sqrt{s}}{r^2\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi}^3}$$

$\frac{\partial}{\partial s}\int\frac{dx}{\sqrt{s+x^2}} = \lg(\cancel{x}\sqrt{s+x^2})$

$$A\sqrt{s}\int\frac{2\pi r^2 \sin\psi\, d\psi}{r^2\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi}^3} = \varrho\cdot 4\pi$$

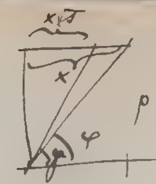
$\int\frac{dx}{\sqrt{1+x^2}^3} = \frac{1}{(\cancel{x+}\sqrt{1+x^2})\sqrt{1+x^2}}$

$$\int\frac{\sin\psi\, d\psi}{\sqrt{s+\frac{u^2}{c^2}\sin\psi}^3} = \frac{2\varrho}{A\sqrt{s}} = \frac{c}{u}\int\frac{dx}{\sqrt{s+x^2}^3} = \frac{2c}{u}\left(\frac{1}{\frac{u^2}{c^2}+1} + \frac{1}{1-\frac{u^2}{c^2}}\right)$$

$$\cancel{2\left|\frac{1}{\sqrt{s+\frac{u^2}{c^2}\sin\psi}}\right|_{\sin\psi=1}^{0} = \frac{2\varrho u}{cA\sqrt{s}} = 2\left(\frac{1}{\sqrt{s}} - 1\right)} = \frac{4c}{us}$$

$$A = \frac{\varrho\sqrt{s}}{2}\frac{u}{c}$$

$$r^2 : r_0^2 = x^2 s + \rho^2 : x^2 + \rho^2$$



$$= 1 : \frac{\sin^2\psi}{s} + \cos^2\psi \qquad = s\cos^2\varphi + \sin^2\varphi : 1$$

$$= 1 - \frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi : 1$$

$$= s : \sin^2\psi + s\cos^2\psi = s : 1 - \frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi$$

$$r_0^2 s = r^2\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi\right) \qquad 1 - \frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi = \frac{s}{1 - \frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi}$$

$$E_0^2 = \frac{\varrho^2}{r^4}$$

$$E^2 = \frac{\varrho^2 s^2}{r^4\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi\right)^3} = \frac{\varrho^2 \cancel{s^2}}{r_0^4 \cancel{s^2}\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi\right)} = \frac{\varrho^2}{r_0^4 s}\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi\right)$$

$$H^2 = E^2 \cdot \frac{u^2}{c^2}\sin^2\psi = E^2\left\{1 - \frac{s}{1 - \frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi}\right\} = E^2 - \frac{\cancel{s}\,\varrho^2}{\cancel{s}\, r_0^4}$$

$$\frac{1}{\pi}\int E^2 dv = \frac{\sqrt{s}}{\pi}\int E^2 dv_0 = \frac{\sqrt{s}}{4}\int \frac{\varrho^2}{r_0^4 s}\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi\right) \cancel{2\pi}\, r^2 dr \sin\varphi\, d\varphi$$

$$T_e = \frac{\varrho^2}{4\sqrt{s}\,a}\int 2 - \frac{u^2}{c^2}\frac{2}{3} = \frac{\varrho^2}{2a\sqrt{s}}\left(1 - \frac{u^2}{3c^2}\right)$$

$$T_h = T_e - \sqrt{s}\cdot\frac{\varrho^2}{2a}$$

$$T_e + T_h = \frac{\varrho^2}{2a\sqrt{s}}\left(2 - \frac{2u^2}{3c^2} - s\right) = \frac{\varrho^2}{2a\sqrt{s}}\left(1 + \frac{u^2}{3c^2}\right) \quad (\text{Lorentz!})$$

$$\frac{dT}{du} = \frac{\varrho^2}{a\sqrt{s}}\left\{\frac{u}{3c^2} + \left(1 + \frac{u^2}{3c^2}\right)\frac{\frac{u}{c^2}}{1 - \frac{u^2}{c^2}}\right\} = \frac{\varrho^2}{a\sqrt{s}}\,\frac{\frac{u}{3c^2} - \cancel{\frac{u^3}{3c^4}} + \frac{u}{c^2} + \cancel{\frac{u^3}{3c^4}}}{1 - \frac{u^2}{c^2}} = \frac{\varrho^2}{a\sqrt{s^3}}\,\frac{4u}{3c^2}$$

$$m_l = \frac{4\varrho^2}{3a\sqrt{s^3}\,c^2}$$

Starre Flächenladung:

$$\cancel{m_s = \frac{1}{2}\frac{e^2}{ac^2}\left[\frac{1}{\beta^2}\right.}$$

$$m_s = \frac{2}{3}\frac{e^2}{ac^2}\left\{1 + \frac{6}{5}\beta^2 + \frac{9}{7}\beta^4 + \frac{12}{9}\beta^6 + \cdots\right.$$

$$m_r = \left\{1 + \frac{6}{3.5}\beta^2 + \frac{9}{5.7}\beta^4 + \cdots\right.$$

Starre Volumladung:

$$m_s = \frac{4}{5}\frac{e^2}{ac^2}\left\{1 + \frac{6}{5}\beta^2 + \frac{9}{7}\beta^4 + \cdots\right\}$$

$$m_r = \left\{1 + \frac{6}{3.5}\beta^2 + \frac{9}{5.7}\beta^4 + \cdots\right\}$$

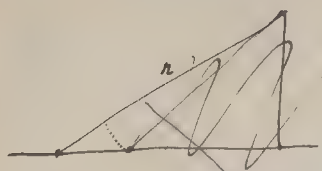
Heaviside Ellipsoid (Lorentz) Bucherer Ellipsoid

$$m_s = \frac{m_0}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}} =$$

$$m_r = \frac{m_0}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)^{1/2}} =$$

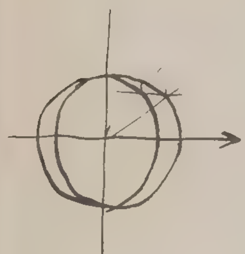
$$m_1 = \frac{2T}{u^2}$$

$$F_e\,\Delta s = \Delta T \qquad \therefore \qquad m_e = \frac{1}{\frac{du}{dt}}\frac{dT}{ds} = \frac{1}{u}\frac{dT}{du}$$



$r = \sqrt{y^2 + s x^2}$

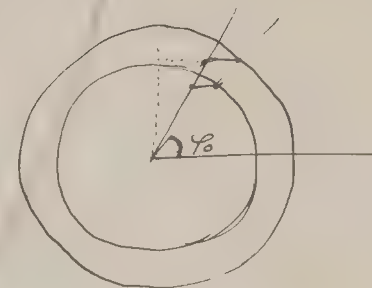
$\frac{dr}{dl} = \frac{x}{\sqrt{y^2+x^2}} \frac{dx}{dl} = u \cos\varphi$



$\frac{1}{8\pi}\int E^2 dv + \frac{1}{8\pi}\int H^2 dv$

$dv : dv_0 = \sqrt{s} : 1$

$E^2 : E_0^2 = \Delta r_0^2 : \Delta r^2$



$= \frac{1}{\sin^2\varphi_0} : \frac{1}{\sin^2\varphi}$

$= \sin^2\varphi : \sin^2\varphi_0$

$= \frac{y^2}{(y^2 + s x^2)} : \frac{y^2}{(y^2+x^2)} = y^2+x^2 : y^2 + s x^2$

$= 1 : \sin^2\varphi_0 + s \cos^2\varphi_0$

$= 1 : s + \sin^2\varphi_0 (1-s)$

$= 1 : s + \frac{u^2}{c^2} \sin^2\varphi_0$

$= 1 : 1 - \frac{u^2}{c^2} \cos^2\varphi_0$

$E_0^2 dv_0 = E^2 dv \cdot \left(s + \frac{u^2}{c^2} \sin^2\varphi_0\right) \sqrt{s}$

$E^2 dv = \frac{E_0^2 dv_0}{\sqrt{s}\left(s + \frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi_0\right)}$

$\frac{1}{8\pi}\int \cdots = \frac{1}{4}\int \frac{\frac{e^2}{r^4} r^2 dr \sin\varphi \, d\varphi}{\sqrt{s}\left(s + \frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right)} = \frac{1}{4a\sqrt{s}} \int \frac{\sin\varphi \, d\varphi}{s + \frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi}$

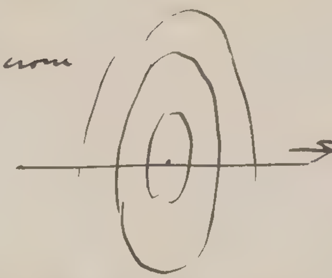
$= \frac{1}{4a\sqrt{s}} \int \frac{\sin\varphi \, d\varphi}{1 - \frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi} = \frac{c}{2au\sqrt{s}} \int_1^0 \frac{dy}{1-y^2} = \frac{c}{2au\sqrt{s}} \frac{1}{2} \lg \frac{1+y}{1-y} \Big|_1^0$

$= \frac{c}{4au\sqrt{s}}$

Potencyał: $U = \frac{A}{\sqrt{(\frac{x}{s})^2+y^2+z^2}}$ $\qquad \mathfrak{f} = -\nabla U$

Pow. ekwipot. $(\frac{x}{s})^2 + y^2 + z^2 = \text{const}$ $\qquad$ elipsoidy spłaszczone

Heaviside Elipsoide



Jeśli kuleczka elektronu się porusza nie może być taki rozkład pot., bo $\mathfrak{f}$ = siła na masy równoważni się poruszającej z prędkością u musiałaby być ⊥ powierzchni, zatem przemieszczenie eliptyczności.

Więc żądamy znaleźć takie rozwiązanie

$s\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$ $\qquad$ które jest stałe na kuli a i spełnia warunki wszystkie

Będzie to pot. elips. rozciągnięty

bo się skraca w kierunku osi tak że się stanie kulą

$$W = \frac{q^2 c^2}{2a}\left[\frac{c}{u}\,\underbrace{\log\frac{1+\frac{u}{c}}{1-\frac{u}{c}}}_{2\left(\frac{u}{c}+\frac{u^3}{3c^3}+\frac{u^5}{5c^5}\right)} - 1\right] \quad \boxed{-\frac{q^2c^2}{2a}}$$

$$T = W - W_0 = \frac{q^2 u^2}{a}\left[\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\left(\frac{u}{c}\right)^2 + \cdots\right]$$

$$= m\frac{u^2}{2} \qquad // \; m = \frac{u^2}{a}\left[\frac{1}{3}\cdots\right.$$

$$m_e\,du$$

$$\frac{dT}{dt} = F\frac{dx}{dt} = M\frac{du}{dt}\cancel{\left(\frac{dx}{dt}\right)}_u$$

$$\frac{dT}{du} = \frac{M}{u} \qquad M = u\frac{dT}{du} \qquad m_e = \frac{2}{3}\frac{q}{a}\left[1+\frac{6}{5}\frac{u^2}{c^2}+\frac{9}{u}\left(\frac{u}{c}\right)^4+\cdots\right]$$

$$\int \mathfrak{E}\rho\,d\tau = 4\pi c^2\int \vartheta(\operatorname{div}\vartheta)\,d\tau + \int[[\rho u]\,\mathfrak{H}]\,dv$$

$$\rho u = \frac{1}{4}\operatorname{curl}\mathfrak{H} - \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$\int \vartheta\operatorname{div}\vartheta\,dv \quad \int \vartheta(\vartheta N)\,dS - \int(\vartheta\nabla)\vartheta\,dv$$

$$-[\vartheta\operatorname{rot}] + \frac{1}{2}\nabla\vartheta^2$$

$$\int dS \quad - \int\vartheta\,d\int\nabla\mathfrak{H}\vartheta\,dv$$

$$\int \frac{\pi^2 s^2}{R^4} \sin r\, dr \qquad \int \frac{1+\varepsilon^2\sin^2 y}{(1-\varepsilon^2\sin^2 y)^3} \sin y\, dy = \int \frac{2\sin y\, dy}{(1-\varepsilon^2\sin^2 y)^3} - \frac{\sin y\, dy}{(1-\varepsilon^2\sin^2 y)^2}$$

$$\cancel{\int \frac{1+\varepsilon^2-\varepsilon^2\cos^2 y}{[1-\varepsilon^2+\varepsilon^2\cos^2 y]^3}\sin y\, dy} =$$

$$= 2\int_0^{\pi} \frac{\sin y\, dy}{[1-\varepsilon^2+\varepsilon^2\cos^2 y]^3} = \frac{4}{\varepsilon}\int_0^{+1}\frac{dx}{(1-\varepsilon^2+\varepsilon^2x^2)^3} = \cancel{\frac{2}{\varepsilon}\int \frac{dx}{(1-\varepsilon^2+\varepsilon^2 x^2)^3}}$$

$$= 4\int_0^1 \frac{dx}{[s^2+(1-s^2)x^2]^3} = \frac{4}{(1-s^2)^3}\int_0^1 \frac{dx}{\left[\frac{s^2}{1-s^2}+x^2\right]^3} = \frac{2}{\varepsilon^{4/3}}\int_0^{\pi} \alpha \ldots$$

Cap. $\sqrt{c^2-a^2}\,\underbrace{\log\left[\frac{a}{c+\sqrt{c^2-a^2}}\right]} = \frac{\varphi}{u}$ $\qquad c = \frac{a}{s}$

$$\log\left(\frac{s}{1+\sqrt{1-s^2}}\right) = a\log\frac{1-\frac{u}{v}}{1+\frac{u}{v}}$$

$$\frac{\sqrt{1-s^2}}{s} = \frac{\frac{u}{v}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{v^2}}}$$

$$\cancel{\frac{\partial X}{\partial t} = -u \frac{\partial X}{\partial x} - u}$$

$$U = \frac{A}{\sqrt{\left(\frac{x}{s}\right)^2 + y^2 + z^2}}$$

$$\frac{\partial X}{\partial t} + 4\pi\rho u = c\left(\frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z}\right) = \cancel{4\pi\rho u} - u\frac{\partial X}{\partial x}$$

$$\mathfrak{D}_1 = \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{A x}{\sqrt{x^2 + s^2 (y^2+z^2)}^{3}}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = c\left(\frac{\partial L}{\partial z} - \quad\right) = -u\frac{\partial Y}{\partial x}$$

$$\mathfrak{D}_2 = -\frac{\partial U}{\partial y} = \frac{A y}{\sqrt{\quad}},$$

$$\frac{\partial Z}{\partial t} = c\left(\quad\right) = -u\frac{\partial Z}{\partial x}$$

$$\mathfrak{D}_3 \quad \frac{\partial U}{\partial z} = \frac{A z}{\sqrt{\quad}},$$

$$\mathfrak{D} = A$$

$$-\cancel{\quad}\left(1 - \frac{u^2}{v^2}\right)$$

$$\mathfrak{D} = \frac{A z}{s^2\left(\frac{x^2}{s^2} + r^2 - x^2\right)^{3/2}} = \frac{A s}{\cancel{4\pi} r^2 \left(1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2\varphi\right)^{3/2}}$$

$$\frac{A r s}{r^2 s^2 + x^2 (1-s^2)}$$

$$\int_0^\pi \frac{2\pi r^2 \sin\varphi \, d\varphi}{\cancel{4\pi r^2}\left(1 - \frac{u^2}{v^2}\sin^2\varphi\right)^{3/2}} = \frac{2\pi}{\cancel{4\pi}} \int_\pi^0 \frac{d\cos\varphi}{\left(1 - \frac{u^2}{v^2} + \frac{u^2}{v^2}\cos^2\varphi\right)^{3/2}} =$$

$$= \frac{1}{2v^2} \frac{1}{s^3} \int \frac{d\xi}{\left[1 + \frac{1-s^2}{s^2}\xi^2\right]^{3/2}} = \frac{1}{2v^2 s^3} \frac{\sqrt{\frac{1-s^2}{s^2}}}{\sqrt{\frac{1}{s^2}}} = \frac{\frac{u^2}{v^2}}{2v^2 s^3}$$

$$\int \frac{dx}{(a^2+x^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2\sqrt{a^2+x^2}}$$

$$\frac{d}{dx}\frac{x}{\sqrt{1+x^2}} = \quad \frac{\quad - x^2}{\quad}$$

$$\vartheta = \frac{(v)\ \varrho s}{4\pi r^2 \left(1 - \frac{u^2}{v^2}\sin^2\varphi\right)^{3/2}}$$

$$f = \frac{1}{c} V_u \vartheta = \frac{\varrho u s \sin\varphi}{4\pi r^2 (1 - \cdots)^{3/2}}$$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ \begin{vmatrix} v & w \\ Y & Z \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} w & u \\ Z & X \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} u & v \\ X & Y \end{vmatrix} \end{vmatrix}$$ 26

$$4\pi J = \frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} + 4\pi\rho\bar{u} = c \operatorname{rot} \mathfrak{H}$$

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t} = -c \operatorname{rot} \mathfrak{E}$$

$$\mathfrak{E} = \mathfrak{D} + \frac{V\bar{u}\mathfrak{H}}{c}$$

Ruch jednostajny

$$\frac{\partial}{\partial t} X = -u\frac{\partial X}{\partial x} \left(= -u\left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}\right) + u\underbrace{\left(\frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}\right) - v\frac{\partial X}{\partial y} - w\frac{\partial X}{\partial z}}_{\frac{\partial}{\partial y}(uY - vX) - \frac{\partial}{\partial z}(wX - uZ)} \right) + v\frac{\partial Y}{\partial y} - w\frac{\partial X}{\partial z}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} Y = -v\frac{\partial Y}{\partial y}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} Z - \ldots$$

$$-v\frac{\partial X}{\partial y} - w\frac{\partial X}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} = -4\pi\rho\bar{u} + \operatorname{rot} V\bar{u}\mathfrak{D}$$

$$\operatorname{rot} V\bar{u}\mathfrak{D} = c \operatorname{rot} \mathfrak{H}$$

$$\boxed{\mathfrak{H} = \frac{1}{c} V\bar{u}\mathfrak{D}} + \mathfrak{N}$$

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t} = -\cancel{4\pi\rho\bar{u}} + \operatorname{rot} V\bar{u}\mathfrak{H} = -c \operatorname{rot} \mathfrak{E}$$

$$\mathfrak{D} = -\frac{1}{c} V\bar{u}\mathfrak{H} + \underset{\mathfrak{E}}{\overset{\parallel}{\mathfrak{M}}}$$

nie mogę zgłosić ... że $\operatorname{rot} \mathfrak{E} = 0$

zatem $\mathfrak{E} = -\nabla U$

$$\cancel{\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t} = \frac{1}{c} V\bar{u}\frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} + \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial t} = -c \operatorname{rot} \mathfrak{D}}$$

$$[i(kD_2 - jD_3)] = -jD_2 + kD_3 \ldots \frac{u^2}{c^2}$$

$$\mathfrak{E} = -\nabla U = \mathfrak{D} + \frac{1}{c^2}\underbrace{V\bar{u}V\bar{u}\mathfrak{D}}_{\bar{u}(\bar{u}\mathfrak{D}) - \bar{u}^2\mathfrak{D}}$$

$$\bar{u} = \bar{u}i \qquad -\nabla U = \mathfrak{D} + \frac{1}{c^2}(i u^2 D_1 - u^2\mathfrak{D})$$

$$= \mathfrak{D}\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) + i\frac{u^2}{c^2}D_1$$

$$s = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

$$-\frac{\partial U}{\partial x} = D_1$$

$$-\frac{\partial U}{\partial y} = D_2\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)$$

$$-\frac{\partial U}{\partial z} = D_3\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)$$

$\underline{\operatorname{div} \mathfrak{D} = 0}$

$$s^2\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial\left(\frac{x}{s}\right)^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \ldots\ldots$$

$$U = \frac{A}{\sqrt{\left(\frac{x}{s}\right)^2 + y^2 + z^2}}$$

$4\pi u = \ldots$

$\rho = \operatorname{div} \vartheta$

$$\cancel{4\pi}\frac{\partial \vartheta}{\partial t} + \cancel{4\pi}\rho \vec{u} = c \operatorname{curl} \mathfrak{H} \qquad \nabla\left(\rho\vec{u} + \frac{\partial \vartheta}{\partial t}\right) = 0$$

$$\operatorname{div} \mathfrak{H} = 0$$

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t} = - \ldots c \operatorname{curl} \vartheta$$

opóźn.

$$\mathfrak{E} = \ldots \vartheta + \frac{V\vec{u}\,\mathfrak{H}}{c}$$

Ruch jednostajny:
$$-\frac{\partial \vartheta}{\partial t} - + (\vec{u}\nabla)\vartheta$$
$$= \vec{u} \operatorname{div} \vartheta - \vartheta(\overset{\operatorname{div}}{\nabla \vec{u}}) - \operatorname{curl} V\vec{u}\vartheta + (\vartheta\nabla)\vec{u}$$
$$= \vec{u}\rho - \operatorname{curl} V\vec{u}\vartheta$$
$$\operatorname{curl}\mathfrak{H} = \operatorname{curl} V\vec{u}\vartheta$$
$$\boxed{\mathfrak{H} = \frac{1}{c} V\vec{u}\vartheta + \mathfrak{U}}$$

$$i\left\{u\frac{\partial E_1}{\partial x} + u\frac{\partial E_2}{\partial x} + \ldots\right\}$$
$$= iu\left(\frac{\partial E_1}{\partial x} + \frac{\partial E_2}{\partial y} + \frac{\partial E_3}{\partial z}\right)$$
$$- \ldots i \frac{\partial}{\partial y}(u E_3 - \ldots) \ldots$$

$$\cancel{4\pi} V\vec{u}\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = - \ldots c \operatorname{curl} \vartheta$$

$$\operatorname{curl} \mathfrak{E} = \ldots \operatorname{curl}\vartheta + \cancel{\vec{u}(\overset{\operatorname{div}\mathfrak{H}}{\nabla\mathfrak{H}})} - \cancel{\mathfrak{H}(\nabla\vec{u})} + \cancel{(\mathfrak{H}\nabla)\vec{u}} \underbrace{-(\vec{u}\nabla)\mathfrak{H}}_{=\frac{1}{c}\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t}} = 0$$

$$\mathfrak{E} = -\nabla\mathfrak{U} = \ldots \vartheta + \frac{1}{c^2}\underbrace{V\vec{u}V\vec{u}\vartheta}_{= \frac{1}{c^2}\left[\vec{u}(\vec{u}\vartheta) - \vec{u}^2\vartheta\right]}$$

$\vec{u} = ui$

$$4\pi c^2 \vartheta + 4\pi i u^2 D_1 - 4\pi u^2 \vartheta = -\nabla U$$

$$4\pi\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)\vartheta + 4\pi\frac{u^2}{c^2} i D_1 = -\frac{1}{c^2}\nabla U \quad \therefore$$

$$D_1 = -\frac{1}{4\pi v^2}\frac{\partial V}{\partial x}$$

$$D_2 = -\frac{1}{4\pi v^2 s}\frac{\partial V}{\partial y}$$

$$D_3 = -\frac{1}{4\pi v^2 s}\frac{\partial V}{\partial z}$$

= Lorentzpotential

(div $D = 0$)

$$s\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

$$D_1 = \frac{Ax}{s\sqrt{\ \ }^3} = \frac{Ax\sqrt{s}}{\sqrt{x^2+s(y^2+z^2)}^3}$$

$$D_2 = \frac{Ay}{s\sqrt{-}^3} = \frac{A\sqrt{s}\cos\varphi}{r^2\sqrt{\cos^2\varphi + s\sin^2\varphi}^3}$$

$$D_3 = -- \qquad = \frac{A\sqrt{s}\cos\varphi}{r^2\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi}^3}$$

$$V = \frac{A}{\sqrt{\frac{x^2}{s}+y^2+z^2}} = \frac{A}{r\sqrt{1+\frac{x^2}{r^2}\left(\frac{1}{s}-1\right)}} = \frac{A}{r\sqrt{1+\frac{x^2}{r^2}\frac{1-s}{s}}} = \frac{A\sqrt{s}}{r\sqrt{1+\frac{u^2}{c^2 s}\cos^2\varphi}}$$

$$s = 1-\frac{u^2}{c^2}$$

$$= \frac{A\sqrt{s}}{r\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}+\frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi}}$$

$$= \frac{A\sqrt{s}}{r\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi}}$$

$$D^2 = \left(\frac{q\,s}{\cancel{4\pi}\,r^2\left(1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right)^{3/2}}\right)^2 = \frac{q^2 s^2}{\cancel{(4\pi)^2}\,r^4\left(1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right)^3}$$

$$H^2 = \frac{q^2 u^2 s^2 \sin^2\varphi}{c^2 r^4\left(1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right)^3}$$

$$A = q c^2\sqrt{s} \quad \Big\| \quad = \frac{q k^2 s}{q\sqrt{1-}}$$

$$= \frac{q c^2 s}{r\left(1-\frac{ur}{c}\right)}$$

$$D^2+H^2 = \frac{q^2 s^2}{r^4\left(1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right)^3}\left[1+\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right]$$

$$\frac{1}{8\pi}\int D^2\,dv = \frac{q^2 s^2}{4}\int\frac{r^2\sin\varphi\,d\varphi\,dr}{r^4\left(1-\frac{u^2}{c^2}\sin^2\varphi\right)^3} = \frac{q^2 s^2}{4a}\int\frac{\sin\varphi\,d\varphi}{\left(1-\frac{u^2}{c^2}+\frac{u^2}{c^2}\cos^2\varphi\right)^3}$$

$$+\frac{u}{c\sqrt{s}}$$

$$= \frac{q^2 s^2}{4a}\int_{-1}^{1}\frac{dx}{\left(s+\frac{u^2x^2}{c^2}\right)^3} = \frac{q^2 \cancel{s}\,c}{4a\,u}\,\frac{1}{\sqrt{s}}\int\frac{dy}{(1+y^2)^3}$$

$$\int\frac{dy}{a^2+y^2} = \frac{1}{a}\operatorname{arctg}\left(\frac{y}{a}\right)$$

$$-2\int\frac{a\,dy}{(a^2+y^2)^2} = -\frac{1}{a^3}\operatorname{arctg}\frac{y}{a} - \frac{y}{a^2}\frac{1}{a^2+y^2}$$

$$+8\int\frac{a\,dy}{(\ \ )^3} = \frac{3}{a^4}\operatorname{arctg}\frac{y}{a} + \frac{y}{a^5}\operatorname{arctg}\frac{y}{a} + \frac{2y}{a^3(a^2+y^2)} + \frac{2y}{a(a^2+y^2)^2}$$

$$\int \mathfrak{F}\rho\, dv = \int \vartheta \rho\, dv + \frac{1}{c}\int \rho\,[u\,\mathfrak{H}]\, dv$$

$$= \frac{1}{4\pi}\int \vartheta \operatorname{div} \vartheta\, dv + \frac{1}{4\pi c}\int \cancel{\operatorname{div} \vartheta [u \mathfrak{H}]}\, dv$$

$$\int [\rho u, \mathfrak{H}]\, dv$$

$$\downarrow$$

$$\frac{1}{4\pi}\left(c \operatorname{rot} \mathfrak{H} - \frac{\partial \vartheta}{\partial t}\right)$$

$$\cancel{\int \vartheta \operatorname{div} \vartheta\, dv = \int \vartheta (\vartheta N)\, dS - \int (\vartheta \nabla) \vartheta\, dv}$$

$$D_1 \frac{\partial D_1}{\partial x} + D_2 \frac{\partial D_2}{\partial x} + D_3 \frac{\partial D_3}{\partial x}$$

$$- D_2 \frac{\partial D_1}{\partial y} - D_3 \frac{\partial D_1}{\partial z}$$

$$\int \vartheta \operatorname{div} \vartheta\, dv = \int \vartheta (\vartheta N)\, dS - \int \underbrace{\frac{1}{2} \nabla (\vartheta^2)\, dv}_{\frac{1}{2}\int \vartheta^2 N\, dS} + \int [\vartheta \operatorname{rot} \vartheta]\, dv$$

$$\operatorname{rot}\vartheta = -\frac{1}{c}\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t}$$

$$\int [\mathfrak{H} \operatorname{rot} \mathfrak{H}]\, dv = \int \mathfrak{H} \cancel{(\operatorname{div} \mathfrak{H})}_{=0}\, dv - \int \mathfrak{H} (\mathfrak{H} N)\, dS + \frac{1}{2} \underbrace{\int \nabla(\mathfrak{H}^2)\, dv}_{(\mathfrak{H}^2 N)\, dS}$$

$$\int \mathfrak{F}\rho\, dv = -\int \quad dS + \frac{d}{dt}\int [\mathfrak{H}\vartheta]\, dv$$

Zde v našem úvaze

atd. $\frac{d}{dt}\int \underbrace{[\vartheta \mathfrak{H}]}_{\mathfrak{M}}\, dv$

$\mathfrak{M}$ množství pohybu

| | $D_1\left(\frac{\partial D_1}{\partial x} + \frac{\partial D_2}{\partial y} + \frac{\partial D_3}{\partial z}\right) dx\,dy\,dz =$

$$\int D_1 (D_1 \cos nx + D_2 \cos ny + D_3 \cos nz)\, dS$$

$$- \int \underbrace{\left(\frac{\partial D_1}{\partial x} D_1 + \frac{\partial D_1}{\partial y} D_2 + \frac{\partial D_1}{\partial z} D_3\right)}\, dv$$

$$\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left[(D_1)^2 + (D_2)^2 + (D_3)^2\right]$$

$$- \begin{vmatrix} D_2 & D_3 \\ \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial x} \\ D_3 & D_1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} \\ D_1 & D_2 \end{vmatrix} \end{vmatrix}$$

[illegible]

$$V' = \rho s v^2 \underbrace{\int_h^\infty \frac{dh}{h^2-l^2}}_{\frac{1}{2}\lg\left(\frac{h+l}{h-l}\right)} \qquad l^2 = a^2(1+s^2)$$

$$\frac{x^2}{h^2} + \frac{\rho^2}{h^2-l^2} = 1$$

$$\cancel{x^2(h^2-l^2) + \rho^2 h^2 = h^4 - h^2 l^2}$$

$$\cancel{h^4 - h^2(x^2+l^2+\rho^2) = -x^2 l^2}$$

$$\cancel{h^2 = \frac{x^2+l^2+\rho^2}{2} \pm \sqrt{(\;)^2 - x^2 l^2}}$$

$$x = h\cos\alpha$$

$$\rho = \frac{\sqrt{h^2-l^2}}{\sqrt{s}}\sin\alpha$$

$$\int \frac{d\xi}{\sqrt{(x-\xi)^2+y^2}} = -\lg\left[x-\xi+\sqrt{(x-\xi)^2+y^2}\right]_{-a}^{a}$$

$$= \lg\frac{x+a+\sqrt{(x+a)^2+y^2}}{x-a+\sqrt{(x-a)^2+y^2}} = \lg\frac{x+a+r_1}{x-a+r_2}$$

$$x+a+r_1 = c\,(x-a+r_2)$$

$$x(1-c)+a(1+c)+r_1 = c\,r_2$$

$$= \lg \cancel{\frac{(x^2-a^2)}{(x+a)^2 \ldots (x-a)^2+y^2}} = \lg \frac{r_1(1+\cos\theta_1)}{r_2(1+\cos\theta_2)}$$

$$\cancel{r_1 : r_2 = \ldots}$$ [illegible]

$$\cancel{x+a+\frac{\ldots}{\sin\theta_1}}$$ [illegible]

$$\cancel{x^2(1-c)^2 + a^2(1+c^2) + (x+a)^2 + y^2 + 2ax(1-c^2) + r_1}$$

$$m_l = \frac{dM}{du} = \frac{1}{u}\frac{dW}{du}$$

$$M = \int \frac{1}{u}\frac{dW}{du}\,du$$

$$m_t = \frac{1}{u}\int\frac{1}{u}\frac{dW}{du}\,du$$

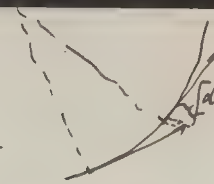
$$W = \frac{q^2}{a}u^2\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\frac{u^2}{v^2}\right) \qquad 2/3 \div 4/5$$

$$m_l = \frac{1}{u}\frac{dW}{du} = \frac{2q^2}{3a}\left(1+\frac{6}{5}\frac{u^2}{v^2}\right) \qquad \frac{12}{10}$$

$$\frac{2q^2}{3a}\left(u+\frac{2u^3}{5v^2}\right)$$

$$m_t = \frac{2q^2}{3a}\left(1+\frac{2}{5}\frac{u^2}{v^2}\right)$$

$$\mathfrak{G} = m\frac{d^2 r}{dt^2} = m\frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}\overbrace{(m v)}^{\mathfrak{A}}$$



$[d\mathfrak{A}_0] : ds = ds : R$

$$\mathfrak{A} = A\,\mathfrak{A}_0$$

$$\frac{d\mathfrak{A}_0}{dt} = \frac{d\mathfrak{A}_0}{ds}\frac{ds}{dt} = \frac{\mathfrak{R}_0}{R}\,v$$

$$\mathfrak{G} = \underbrace{\frac{dA}{dt}\mathfrak{A}_0}_{\mathfrak{G}_e} + \underbrace{A\frac{d\mathfrak{A}_0}{dt}}_{\substack{A\frac{\mathfrak{R}_0 v}{R} \\ \mathfrak{G}_t}}$$

w ruchu $\mathfrak{A} = m v$ $\qquad \frac{m v^2}{R}$

$$F_e = \frac{dA}{dt} = m_e\frac{dv}{dt} \qquad\qquad F_t = m_t\frac{v^2}{R} = \frac{A}{R}v$$

$$m_e = \frac{dA}{dv} \qquad\qquad m_t = \frac{A}{v}$$

$$dW = F_e\,ds$$

$$F_e = \frac{dW}{ds} = m_e\frac{dv}{dt}$$

$$m_e = \frac{dW}{dv}\frac{1}{\frac{ds}{dt}} = \frac{1}{v}\frac{dW}{dv} = \frac{dA}{dv}$$

$$A = \int\frac{1}{v}\frac{dW}{dv}\,dv$$

$$m_t = \frac{1}{v}\int\frac{1}{v}\frac{dW}{dv}\,dv$$

dwa sposoby mierzenia masy

siła potrz. do wytw. przysp.

siła odśrodkowa

niezupełnie metody tak mierzyć:

siłę wywiera przez napięcie

sprężyny i wartość tego napięcia

mierzyć wielkość masy

zupełnie niezależny sposób:

$$\mathfrak{A} = \int[v\,\mathfrak{G}]\,dv$$

więc znając energię można już obliczyć obie masy ...

$$W = \frac{e^2}{a}u^2\left[\frac{1}{3} + \frac{1}{5}\frac{u^2}{v^2} + \frac{1}{7}\frac{u^4}{v^4}\cdots\right]$$

$$m_e = \frac{2}{3}\frac{e^2}{a}\left(1 + \frac{6}{5}\frac{u^2}{v^2} + \frac{9}{7}\frac{u^4}{v^4}\cdots\right)$$

$$m_t = \frac{2}{3}\frac{e^2}{a}\left(1 + \frac{2}{5}\frac{u^2}{v^2} + \frac{9}{5\cdot 7}\frac{u^4}{v^4} + \cdots\right)$$